

① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

② Patentschrift
⑪ DE 3040963 C2

⑤ Int. Cl. 4:
G07D 7/00

⑦ Aktenzeichen: P 3040 963.3-83
⑧ Anmeldetag: 30. 10. 80
⑨ Offenlegungstag: 21. 5. 81
⑥ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 5. 2. 87

DE 3040963 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③ Unionspriorität: ④ ⑤
31.10.79 JP P54-139859

⑦ Patentinhaber:
Tokyo Shibaura Denki K.K., Kawasaki, Kanagawa, JP

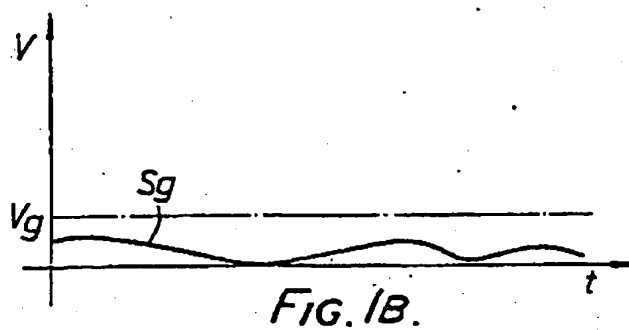
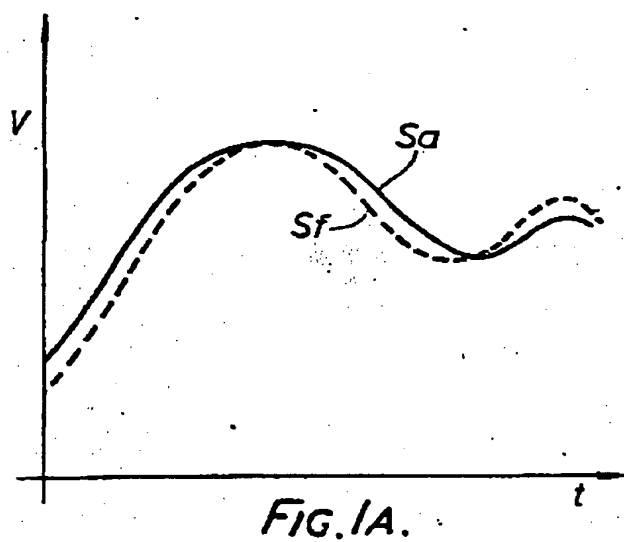
⑦ Vertreter:
Hemmerich, F., 4000 Düsseldorf; Müller, G.,
Dipl.-Ing.; Große, D., Dipl.-Ing., 5300 Siegen;
Pollmeier, F., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 4000 Düsseldorf

⑦ Erfinder:
Nakamura, Yasushi, Yokohama, JP; Ohtombe, Ko,
Tokyo, JP; Izawa, Kouji, Yokohama, JP

⑥ Im Prüfungsverfahren entgegengehaltene
Druckschriften nach § 44 PatG:
DE-OS 27 48 558
DE-Z: Nachrichtentechnik 8, 1958, H. 1, S. 3-11;

⑥ Anordnung zum Überprüfen von Dokumenten, beispielsweise von Banknoten, auf Echtheit

DE 3040963 C2



Patentansprüche

1. Anordnung zum Überprüfen von Dokumenten, beispielsweise von Banknoten, auf Echtheit mit einer den Prüfling entlang von Bahnen abführenden Abtastvorrichtung, wobei diskrete Abtastergebnisse mit in einem Speicher enthaltenen entsprechenden Werten eines Originals mittels eines Komparators verglichen werden und wobei zuvor die Abtastergebnisse vermittels von Rechenvorrichtungen aufbereitet werden, um Helligkeitsunterschiede der Prüflinge auszugleichen, dadurch gekennzeichnet,
- 10 daß die erste Rechenvorrichtung (27) aus diskreten Abtastergebnissen, die von vorgegebenen n Zonen (14) des Prüflings (15) entsprechenden n Abtastphasen erhalten werden, unter Einwirkung eines Steuergenerators (24) einen jeweils eines dieser Abtastergebnisse als eine Komponente verwendenden n -dimensionalen Vektor (\vec{V}) bildet,
- 15 daß zweite Rechenvorrichtungen (26, 29) einen vom Winkel Θ zwischen dem gebildeten Vektor (\vec{V}) und einem durch die gespeicherten Werte des Originals bestimmten Vektor (\vec{S}) abhängigen Kennwert (W) ermitteln, und daß der Komparator (30) nur bei einem vorgegebenen Schwellwert unterschreitenden Kennwerten ein den Prüfling als ausreichend übereinstimmend bezeichnendes Signal auslöst.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastvorrichtung den Prüfling (15, 54) über eine Zone (14, 53) führt, die mit einer Strahlung (13, 51) beaufschlagt ist, und daß sie die Rückstrahlung (18, 58) von dieser Zone (14, 53) jeweils in diskreten Stellungen des Prüflings ermittelt.
3. Anordnung nach Anspruch 2, gekennzeichnet durch eine zur Beaufschlagung des Prüflings (53) vorgesehene Lichtquelle (52) und einen das reflektierte Licht ermittelnden Photosensor (59).
- 25 4. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtastvorrichtung den Prüfling (15) mittels einer Röntgenröhre (11) mit Röntgenstrahlen (13) beaufschlagt und die durch diese bewirkte Fluoreszenzemission (18) nach Frequenz und/oder Amplitude ermittelt.
5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fluoreszenzemission (18) einen Proportionalitätszähler (19) beaufschlagt, der eine der Intensität der Fluoreszenzemission entsprechende Anzahl von Impulsen, die in ihrer Amplitude der Frequenz der Fluoreszenzemission entsprechen, abgibt, und daß die Fluoreszenzemission vorgegebener chemischer Elemente mittels eines Impulse nur vorgegebener Amplitudenbereiche weitergebenden Diskriminators (21) berücksichtigt wird.
- 30 6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß aus n Abtastergebnissen von Zonen des Prüflings (15, 54) m Gruppen gebildet werden, und daß aus den Abtastergebnissen als Koordinaten $m \cdot \frac{n}{m}$ -dimensionale Vektoren gebildet werden, deren Winkellagen mit denen aus entsprechenden Abtastergebnissen eines Originals gebildeter Vektoren verglichen werden,
- 40 und daß Komparatoren (30) die Übereinstimmung anzeigende Signale nur dann bewirken, wenn die Winkeldifferenzen Θ aller Vektorengruppen, ggfs. gruppenweise, vorgegebene Winkel unterschreiten.
7. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß den Komparatoren (30) der $\cos \Theta$, $\sin \Theta$, $\cos^2 \Theta$, $\sin^2 \Theta$ oder dergleichen zugeführt wird.
8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß im Speicher (28) ein Signal Y gespeichert wird, wobei

$$Y = \sum_{i=1}^N [S(i)]^2$$

ist
daß die zweite Rechenvorrichtung (26) Summen

$$Z = \sum_{i=1}^N [V(i) \cdot S(i)]$$

berechnet,
daß die erste Rechenvorrichtung (27) Summen

$$X = \sum_{i=1}^N [V(i)]^2$$

ermittelt,
wobei $V(i)$ jeweils für Abtastergebnisse des Originals und $S(i)$ für Abtastergebnisse des Prüflings (15, 54) stehen.

und daß die andere zweite Rechenvorrichtung (29) zur Überprüfung der Übereinstimmung einen Wert W bestimmt, der sich als

$$W = \frac{Z}{\sqrt{X} \cdot \sqrt{Y}}$$

ergibt

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum Überprüfen von Dokumenten, beispielsweise von Banknoten, auf Echtheit mit einer den Prüfling entlang von Bahnen abführenden Abtastvorrichtung, wobei diskrete Abtastergebnisse mit in einem Speicher enthaltenen entsprechenden Werten eines Originals mittels eines Komparators verglichen werden und wobei zuvor die Abtastergebnisse mittels von Rechenvorrichtungen aufbereitet werden, um Helligkeitsunterschiede der Prüflinge auszugleichen. Derartige Anordnungen werden für Verkaufsautomaten, Park- und Fahrtausweisautomaten, Geldwechselautomaten, automatisierte Bankschalter und dergleichen benötigt, die in zunehmendem Maße zum Einsatz gelangen und die, wenn sie nicht auf kleinere Geldsummen beschränkt sein sollen, auch in der Lage sein müssen, eingegebene Banknoten automatisch, genau und sicher auf ihre Echtheit zu überprüfen.

Nach der US-PS 41 79 685 erfolgt eine Überprüfung von Banknoten, indem von ihnen reflektiertes Licht gemessen und ausgewertet wird. Ein sicheres Ergebnis jedoch läßt sich mit einer solchen Überprüfung nicht erzielen. Nach den JP-OS 54-4199 sowie 53-146698 werden Farbstoffe, Magnetstoffe sowie metallische Stoffe einer Strahlung ausgesetzt und die Reflexion gemessen. Erläutert werden diese Meßverfahren anhand der Fig. 1 A: Für die Überprüfung einer Banknote wird der beleuchtete Prüfling innerhalb einer Bahn abgetastet, so daß die Abtastvorrichtung ein analoges Meßsignal S_a bewirkt, dessen Spannung in Abhängigkeit von der Zeit t in der Fig. 1 A ausgezogen dargestellt ist. Dieses Signal wird mit einem Referenzsignal S_f verglichen, das dem Abtastergebnis einer echten Banknote entspricht und in der Figur gestrichelt aufgezeigt ist. Der Betrag der jeweiligen Differenz zwischen dem Meßsignal S_a und dem Referenzsignal S_f ist als Abweichungssignal S_g in Fig. 1 B aufgezeigt. Bleibt das Abweichungssignal S_g während der gesamten Abtastperiode unterhalb eines vorgegebenen und strichpunktiert angedeuteten Grenzwertes V_g , so wird die zu überprüfende Banknote als echt betrachtet; überschreitet das Abweichungssignal S_g dagegen auch nur kurzzeitig den Grenzwert V_g , so wird die Banknote als nicht echt zurückgewiesen. Diese Überprüfung erweist sich jedoch als recht nachteilig, da auch ein großer Prozentsatz echter Banknoten wegen geringfügiger Abweichungen, die sich bei diesen Prüfungsverfahren stark auswirken, zurückgewiesen wird. So weisen im täglichen Gebrauch stehende Banknoten durch wiederholtes Falten, durch Knittern oder dergleichen eine geringere Länge auf, als neue bzw. unbenutzte Banknoten; außer solchen Verkürzungen können aber durch Reckvorgänge auch Verlängerungen auftreten, relative Unterschiede können durch Ausbleichen der Druckfarbe auftreten oder durch Schwinden von in Banknoten eingebettetem magnetischen Material oder metallischen Stoffen.

Bei der Überprüfung von Banknoten sind die Unterschiede auch zwischen dem Abtastergebnis eines Fälschates und den entsprechenden Werten eines Originals nur gering, so daß dementsprechend auch geringfügigere Abweichungen schon zur Ablehnung führen müssen. Anders verhält es sich im Falle der Erkennung von Zeichen, die im allgemeinen nicht in festgelegter Form vorliegen, so daß hier größere Abweichungen zwischen dem Abtastergebnis und den zum Vergleich benutzten gespeicherten Werten auftreten; zur gesicherten Überprüfung werden Verfahren benutzt, welche zahlreiche Meßergebnisse aus Bereichen des Prüflings mit entsprechenden Meßergebnissen eines vorgegebenen Standardobjektes vergleichen, wie die US-PS 36 88 267 und 39 06 448 aufzeigen. Die Überprüfung von Banknoten läßt sich jedoch nach solchen Verfahren nicht mit ausreichender Sicherheit durchführen.

Nach der DE-OS 27 48 558 sollen Helligkeitsmessungen in vorgegebenen Positionen des Prüflings vorgenommen werden, und durch Einsatz regelbarer Verstärker sollen die Helligkeitswerte nicht absolut, sondern nur in ihren relativen Verhältnissen zur Auswertung gelangen, um die ganze Banknote betreffende Farbabweichungen, die durch geringeren Farbauftrag beim Drucken, durch Ausbleichen, aber auch durch nachträgliche Verschmutzung entstanden sein können, auszugleichen. Berücksichtigbar sind jedoch hierbei nur sich über die gesamte Banknote bzw. über alle Meßbereiche erstreckende Farb- bzw. Helligkeitsänderungen; Größenabweichungen, wie sie durch Knittern oder Recken einer Banknote entstehen, lassen sich auch hier nicht eliminieren.

Der Aufsatz von F. H. Lange in Nachrichtentechnik 8 (1958) Heft 1, Seiten 3 bis 11 "Korrelationselektronik" untersucht bereits nach seiner Einführung elektrische Vorgänge in Form statistischer Abläufe vom Standpunkt der Wahrscheinlichkeitstheorie und benutzt als Beispiel statistische Zusammenhänge zwischen Niederschlagsmengen und Ernteträgern, die jedenfalls keine so definitive Entscheidung erfordern wie die Untersuchung von Banknoten auf Echtheit, so daß Erkenntnisse dieses Aufsatzes sich auch zur Lösung der anstehenden Aufgabe nicht einsetzen lassen.

Die Erfindung geht von der Aufgabe aus, eine Anordnung der beschriebenen Gattung zu entwickeln, die mit relativ geringem Aufwand eine sichere Überprüfung von Dokumenten, wie Banknoten, auf ihre Echtheit zuläßt, die jedoch sowohl auf Helligkeits- wie Farbabweichungen und Größenabweichungen, wie sie im praktischen Gebrauch bspw. von Banknoten häufig auftreten, nur relativ unempfindlich reagiert.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmale gelöst. An die Stelle des Vergleiches einer Vielzahl von einzelnen Messungen und des Vergleiches vermeintlich einander entsprechender Abtastergebnisse tritt der Aufbau eines die Gesamtheit der Einzelergebnisse enthaltenden Kennwertes, so daß bei dessen Vergleich mit einem vorgegebenen Kennwert auch die Gesamtheit der Einzelmessungen verglichen

wird, bei der bspw. Maßstabsänderungen oder Helligkeits- bzw. Farbänderungen der untersuchten Dokumente ebenso zurücktreten wie bspw. lokal eng begrenzte Verschmutzungen, ohne daß hierdurch die Sicherheit des Vergleichsergebnisses beeinträchtigt würde.

Zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen hierbei

Fig. 1A den zeitlichen Verlauf eines analogen Meßsignales S_a sowie eines analogen Referenzsignales S_r ,

Fig. 1B den zeitlichen Verlauf eines sich hieraus ergebenden Abweichungssignales S_g ,

Fig. 2A den zeitlichen Verlauf eines Meßsignales V sowie eines Referenzsignales S ,

Fig. 2B schematisch zwei aus einer Anzahl von Komponenten gebildete Vektoren,

Fig. 2C schematisch die Aufteilung der analogen Signale der Fig. 2A in zu unterschiedlichen Abtastphasen gewonnene diskrete Werte,

Fig. 3A das Blockschaltbild einer Anordnung zum Überprüfen von Dokumenten,

Fig. 3B schematisch in der Anordnung nach Fig. 3A auftretende Signale,

Fig. 4 schematisch die Auswertung eines Meßsignales,

Fig. 5A schematisch-perspektivisch eine einen Prüfling untersuchende Abtastvorrichtung und

Fig. 5B das Blockschaltbild einer Anordnung zur Auswertung des Abtastergebnisses der Abtastvorrichtung nach Fig. 5A.

Anhand der Fig. 1A und 1B waren die zeitlichen Verläufe der mit üblichen Anordnungen gewonnenen analogen Meßsignale S_a und Referenzsignale S_r dargestellt, aus denen in bekannten Vorrichtungen zur Überprüfung ein analoges, die Beträge der Differenzen der Signale nach Fig. 1A darstellendes Abweichungssignal S_g gewonnen wird, das beim auch nur kurzzeitigen Überschreiten eines festen Grenzwertes V_g ein negatives Prüfungsergebnis bestimmt.

Zweckmäßig wird auch zur Durchführung der Erfindung von einer Abtastung des Prüflings sowie eines Standards, bspw. einer echten Banknote, ausgegangen, so daß sich über die Abtastzeit hin, die hier in n Abtastphasen aufgeteilt ist, ein analoges Meßsignal V sowie ein Referenzsignal S ergeben. Diese Signale können durch eine Erfassung des von einer Banknote reflektierten Lichtes bewirkt werden, die Signale können aber auch bspw. durch Erfassung des jeweiligen Metallgehaltes erhalten werden.

Für die Auswertung werden jedoch nicht diese Analogsignale benutzt; nach Fig. 2C vielmehr werden in jeder der n Abtastphasen die dort vorherrschenden Amplituden als Signale V^n bzw. S^n festgestellt. In der Fig. 2C sind diese Momentanampplituden der einzelnen Abtastphasen jeweils nebeneinander dargestellt, so daß die innerhalb der einzelnen Abtastphasen sich ergebenden Amplitudenunterschiede der Figur leicht entnehmbar sind. Gleichzeitig zeigt sich aber auch, daß es sich empfiehlt, auf die jeweilige vergleichende Abtastung einer echten Banknote zu verzichten; diese Abtastung braucht nur einmal zu erfolgen, und aufgrund einer solchen vorausgehenden Abtastung lassen sich die jeweiligen, den Abtastphasen zugeordneten Momentanwerte S^n leicht in einen Speicher übertragen und dort speichern.

Um aus der Vielzahl von n Amplituden S^n und V^n zu jeweils gemeinsamen zu vergleichenden Werten zu gelangen werden diese Amplituden als Komponenten je eines aus diesen zu bildenden Vektors benutzt. Die Fig. 2B zeigt andeutungsweise zweidimensionale Vektoren \vec{V} und \vec{S} , bei denen der Vektor \vec{V} aus Komponenten $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ normalerweise gebildet ist, während der Vektor \vec{S} gleichartig aus Komponenten b_1, b_2, \dots, b_n aufgestellt ist, wobei diese Komponenten a bzw. b den einzelnen Werten der Amplitudensignale der Fig. 2C entsprechen. Eine zugeordnete Auswerteinheit überprüft den zwischen den n -dimensionalen Vektoren \vec{V} und \vec{S} gebildeten Winkel θ , um aus diesem einen Kennwert W zu ermitteln, der, solange er einen vorgegebenen Schwellwert unterschreitet, für die Übereinstimmung der Dokumente bzw. die Echtheit einer Banknote steht.

Dieser Kennwert kann durch den \cos , den \sin des Winkels θ oder bspw. deren Quadrate bestimmt sein.

So läßt sich bspw. der Kennwert W wie folgt darstellen:

$$W = \cos \theta = \frac{\vec{S} \cdot \vec{V}}{|\vec{S}| \cdot |\vec{V}|} \quad (1)$$

$$W = \frac{\sum_{i=1}^n S(i) \cdot V(i)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n S(i)^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n V(i)^2}} \quad (2)$$

Hierbei steht $V(i)$ für jede der n Signalkomponenten S^n des Meßsignales V , und $S(i)$ steht jede der Signalkomponenten S^n des Referenzsignales S . Unterschreitet der Winkel θ ein vorgegebenes Maß bzw. überschreitet die Größe W , d. h. der $\cos \theta$, einen vorgegebenen Schwellwert W_A , so kann davon ausgegangen werden, daß die überprüfte Banknote echt ist. Im vorliegenden Falle wird W_A größer als 0,5 und kleiner als 1 sein.

In Fig. 1 ist im Blockschaltbild eine Vorrichtung zur Berechnung eines einzigen, der Überprüfung der Echtheit der Banknote dienenden Kennwertes gezeigt.

Mittels einer durch eine Hochspannungsquelle 12 gespeisten Röntgenröhre 11 wird eine Röntgenstrahlung 13 bewirkt, die auf eine Zone 14 einer als Prüfling 15 vorgesehenen Banknote gerichtet ist. Die zur Herstellung des Druckbildes 16 der Banknote verwendete Druckfarbe enthält ein metallisches Element, bspw. Zn, welches somit entsprechend diesem Druckbild über die Oberfläche der Banknote verteilt ist. Während des Abtastvorganges wird die Banknote mittels von Transportbändern 17 in Pfeilrichtung mit konstanter Geschwindigkeit vorge-

schoben. Durchläuft hierbei das Druckbild 16 die Zone 14, so wird durch das Einwirken der Röntgenstrahlen 13 auf das im Druckbild enthaltene Metall eine Fluoreszenzemission 18 ausgelöst. Diese Fluoreszenzemission 18 folgt der Formel $E = h \cdot c / \lambda$, in der E die Energie, h das Plancksche Wirkungsquantum, λ die Wellenlänge und c die Lichtgeschwindigkeit darstellen. Die Wellenlänge λ der Fluoreszenzemission 18 hängt von dem in der Druckfarbe enthaltenen metallischen Element ab, während ihre Intensität der Metallmenge proportional ist. Damit können durch Messen der Fluoreszenzemission 18 sowie deren Umsetzen in elektrische Impulse sowohl die Menge als auch die Art des Metalles erfaßt werden. Hierbei läßt sich mittels der Amplitude der bewirkten Impulse die Wellenlänge der Fluoreszenzemission 18 und damit die Art des aufgefaßten Metalles angeben, während die Anzahl der Impulse der Intensität der Fluoreszenzemission und damit der Menge des aufgefaßten Metalles proportional gemacht wird. Somit können über die Amplitude der Impulse das vorhandene Element und durch das Auszählen der Anzahl der Impulse die Menge des vorhandenen Elementes erfaßt werden.

Gemäß Fig. 3A wird die Fluoreszenzemission 18 mittels eines Proportionalitätszählers 19 erfaßt. Durch ihn werden elektrische Impulssignale V_1 erhalten, die mittels eines Vorverstärkers 20 zu Impulsen V_2 verstärkt und auf einen Amplitudendiskriminator 21 gegeben werden. Dieser ist auf einen oberen sowie einen unteren Grenzwert derart eingestellt, daß nur Impulse V_3 ihn zu passieren vermögen, deren Amplitude zwischen dem oberen und dem unteren Grenzwert liegt. Damit wird erreicht, daß nur Signale erfaßt werden, welche eine einem vorgegebenen Metall, bspw. Zink, entsprechende Amplitude aufweisen.

Diese Impulse V_3 werden dann einem Zähler 22 aufgeschaltet, der bspw. als 8-bit-Zähler ausgebildet sein kann, und welcher die je Zone ausgelösten Impulse zählt. Wenn nun die zu prüfende Banknote 15 die Röntgenstrahlung 13 durchläuft, so werden das Passieren der Vorderkante sowie der Hinterkante der Banknote durch einen optoelektronischen Schalter 23 erfaßt. Hierbei werden Meßsignale 70 bewirkt, die einem Steuergenerator 24 aufgeschaltet sind. Der Leitungsführung des Blockschaltbildes der Fig. 3A ist zu ersehen, daß der Steuergenerator 24 aufgrund seiner Ansteuerung durch Meßsignale 70 Löschimpulse P_1 , Taktimpulse P_2 sowie Zeitsignale P_3 auslöst. Die Löschimpulse P_1 werden proportional zum Passieren jeweils einer der n Zonen 14 dem Zähler 22 zugeführt und löschen dessen aufsummierten Inhalt jeweils nach Ablauf einer Abtastphase, d. h. nach Passieren einer Zone der Banknote. Damit werden während des Passierens jeder der n Zonen der Banknote die hierbei auftretenden Impulse V_3 gezählt, und beim Verlassen jeder der Zonen und Eintritt in die folgende wird diese erfaßte Anzahl C der für diese Zone ermittelten Impulse in das folgende Schieberegister 25 übertragen, während der Zähler 22 durch den nun ausgelösten Löschimpuls P_1 gelöscht und damit zum Erfassen der Impulse V_3 der nächsten Zone bereit gemacht wird. Die Taktimpulse P_2 werden dem Schieberegister 25 unmittelbar vor Auftreten eines Löschimpulses P_1 aufgeschaltet, so daß dieses die Anzahl C der Impulse zu übernehmen vermag. Die vom Schieberegister 25 übernommenen Anzahlen C von Impulsen innerhalb einer Abtastphase, entsprechend einer Zone 14, werden nacheinander in eine erste sowie eine zweite Rechenvorrichtung 27, 26 übertragen, um als Komponenten $V(I)$ eines Vektors V ausgewertet zu werden.

Gleichzeitig werden von einem Speicher 28, der als reiner Lese-(ROM)-Speicher ausgeführt sein kann, Werte übernommen, die dem Auftreten des Metalles Z_n innerhalb der einzelnen Zonen 14 einer echten Banknote entsprechen, und die die Komponenten $S(I)$ eines Vektors S benutzt werden. Der Speicher enthält weiterhin noch einen Wert Y , der sich wie folgt ergibt:

$$Y = \sum_{I=1}^N [S(I)]^2 \quad (3) \quad 40$$

Jener für die Ermittlung des Kennwertes W wesentliche, ebenfalls gespeicherter Wert Y wird direkt an den Rechner 29 abgegeben. Das dem Speicher zugeführte Zeitsignal P_3 bewirkt die Auslösung der einzelnen abzugebenden Werte in Übereinstimmung mit der Abtastung der Zonen 14 der als Prüfling 15 vorgesehenen Banknote.

Die Rechenvorrichtung 26 errechnet eine Größe Z nach der folgenden Formel

$$Z = \sum_{I=1}^N V(I) \cdot S(I) \quad (4) \quad 50$$

Indem jeweils beim Eintreffen eines für die gleiche Zone geltenden Wertepaares von Werten $V(I)$ aus dem Schieberegister 25 und $S(I)$ aus dem Speicher 28 deren Produkt ermittelt wird und dieses zu den für die gegenwärtig abgetastete Banknote schon ermittelten Produkten addiert wird. Die Rechenvorrichtung 26 setzt diese Rechenvorgänge fort, bis für alle n Zonen die entsprechenden Wertepaare aufgenommen, miteinander multipliziert und zur Größe Z aufaddiert worden sind.

In der Rechenvorrichtung 27 wird eine Größe X nach der folgenden Formel berechnet:

$$X = \sum_{I=1}^N [V(I)]^2 \quad (5) \quad 60$$

Hierfür wird bei jedem vom Schieberegister her übertragenen, für eine Zone geltenden Wert $V(I)$ dessen Quadrat gebildet und dieses zu den bereits ermittelten Quadraten addiert. Auch diese Rechenvorrichtung 27 setzt ihre Rechenvorgänge fort, bis für alle n Werte für $V(I)$ diese Werte aufgenommen wurden, quadriert wurden und für die Berechnung von X diese Quadrate aufaddiert wurden.

Die Größen X , Z und Y werden sodann dem Rechner 29 zugeführt, der den Kennwert W nach der folgend aufgeführten Formel ermittelt:

$$W = \frac{Z}{\sqrt{X} \cdot \sqrt{Y}}$$

(6)

Wie bereits im Zusammenhang mit Fig. 2B erläutert, wird im vorliegenden Falle als Kennwert der $\cos \theta$ benutzt, der \cos des zwischen den Vektoren S und V gebildeten Winkels θ . Dieser durch den Rechner 29 ermittelte Kennwert W wird dem Komparator 30 aufgeschaltet, der feststellt, ob der ermittelte Kennwert W den Sollwert W_d einhält. Im Falle der Benutzung des \cos des Winkels θ soll der Kennwert W den Sollwert W_d überschreiten, der seinerseits über 0,5 und unter dem Wert 1 gewählt wird. Stellt der Komparator 30 fest, daß der Kennwert W_d den Sollwert W überschreitet, so nimmt sein Ausgang als Kennzeichen für die Echtheit der Banknote ein hohes Potential an.

Durch die Anordnung nach Fig. 3A werden Abweisungen echter Banknoten aufgrund von geringfügigen Formänderungen, die auf die tägliche Benutzung der Banknote zurückzuführen sind, weitgehend vermieden. Zurückzuführen ist dieses im wesentlichen darauf, daß nicht etwa zahlreiche Komponenten direkt mit entsprechenden Sollwerten verglichen werden, sondern nur zwei Vektoren, die sich jeweils aus zahlreichen Komponenten zusammensetzen, miteinander verglichen werden. Hierbei bewährt es sich, daß als Kennwert der zwischen den zwei Vektoren gebildete Winkel gewählt ist, der von den absoluten Längen der beiden Vektoren bzw. von deren Komponenten weitgehend unabhängig ist.

Die durch die Abtastung gewonnenen Komponenten der Vektoren beruhen im Ausführungsbeispiel auf der quantitativen Verteilung des Metalles Zink; es ist weiterhin auch möglich, andere Elemente, bspw. Fe, Zn, Pb oder Cr, zu erfassen. Es ist auch möglich, anstelle nur eines mehrere der Elemente, die in der Druckfarbe einer Banknote enthalten sein können, zu ermitteln.

Zur weiteren Erläuterung der Fig. 3A sind in Fig. 3B nochmals einige der auftretenden Signale dargestellt. Das Meßsignal 70 erstreckt sich über die ganze Abtastperiode. Der Löschimpuls $P1$ wird jeweils zum Ende der Abtastung einer Zone bewirkt. Die ebenfalls pro Abtastphase bewirkten Taktimpulse $P2$ liegen zeitlich kurz vor den Löschimpulsen $P1$, während die Werte C entsprechend der Anzahl der aufgefäßen, die Intensität der Rückstrahlung darstellenden Anzahl der Signale sägezahnartig mit jedem innerhalb einer Abtastphase erfaßten Impuls ansteigen und mit den Löschimpulsen auf die Abszisse zurückgeführt werden.

Bei dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 3 wird der Winkel zwischen zwei Vektoren ermittelt und überprüft. Eine verbesserte Anordnung zum Überprüfen von Dokumenten, bspw. von Banknoten, ergibt sich jedoch, wenn anstelle der bisher benutzten mathematischen Ausdrücke $V(I)$ und $S(I)$ die folgenden Ausdrücke benutzt werden:

$$V(I) = \sum_{i=1}^N \frac{V(I)}{N} \quad (7)$$

$$S(I) = \sum_{i=1}^N \frac{S(I)}{N} \quad (8)$$

Weiterhin können statt einer Abtastanordnung mehrere vorgesehen sein, die hintereinander angeordnet sein können. Hierbei können alle der jeweils während einer Abtastphase gewonnenen Signale als Komponenten zur Bildung eines Vektors herangezogen werden.

Wie anhand des folgend beschriebenen Ausführungsbeispiels gezeigt, läßt sich die Anordnung auch noch weiterhin abändern und verbessern. So wird beispielsweise nach Fig. 5A die als Prüfling 54 vorgesehene, abzutastende Banknote durch Licht 51 einer üblichen Lichtquelle 52 beleuchtet und dementsprechend mittels eines Photosensors 59 abgetastet.

Eine weitere Verfeinerung kann bei einer Abtastung und Auswertung nach dem Schema der Fig. 4 erreicht werden. Die Auswertung erfolgt hier nicht von den oft eingerissenen bzw. beschädigten Kanten der Banknote aus, sondern vom Druckbild der Banknote selbst. Das analoge Abtastsignal $D(I)$ steigt zunächst an, gibt mit seinen Intensitätsschwankungen das abgetastete Druckbild wieder und sinkt dann nach Auslaufen der zu prüfenden Banknote wieder auf einen tiefen Pegel ab. Es kann davon ausgegangen werden, daß die Abtastung des Druckbildes selbst zur Zeit T_f mit einer Amplitude Q_s beginnt und zur Zeit T_b mit der Amplitude Q_e endet. Für das Erfassen des Anfanges Q_s sowie des Endes Q_e können unterschiedliche Verfahren Anwendung finden. So ist es bspw. möglich, davon auszugehen, daß das analoge Abtastsignal $D(I)$ im Punkte Q_s erstmalig einen vorgegebenen Pegel S_e überschreitet und gegen Ende der Abtastperiode ihn unterschreitet. Es ist aber auch möglich, wie bisher jeweils Anfang und Ende der Banknote selbst zu nutzen.

Die sich zwischen den Punkten Q_s und Q_e erstreckende Abtastfläche wird wiederum in n Zonen, im Ausführungsbeispiel 100 Zonen, unterteilt. Die Auswertung des analogen Abtastsignals $D(I)$ erfolgt mittels einer Steuerimpulsfolge $T1$, wobei die einzelnen Steuerimpulse den Zeitpunkt bestimmen, zu dem Amplituden $D(I)$ ausgewertet werden. Die derart gewonnenen Signale $D(I)$ werden jedoch hierbei nicht in ihrer Gesamtheit ausgewertet; sie werden vielmehr in zwei Gruppen $DF(I)$ und $DB(L)$ unterteilt, und aus den Signalen jeder dieser Gruppe werden Vektoren zur Ermittlung je eines Kennwertes gebildet. Nach der Ermittlung dieser Kennwerte kann man unterschiedliche Forderungen stellen; nach einem möglichen Verfahren wird die überprüfte Banknote als echt bezeichnet, wenn beide Kennwerte einen vorgegebenen Sollwert einhalten, und bei einer abgeänderten Anordnung wird die überprüfte Banknote als echt bestätigt, wenn der Mittelwert der einzelnen Kennwerte den vorgegebenen Sollwert einhält.

Es hat sich bewährt, die Unterteilung mittig so vorzunehmen, daß die erste Hälfte der abgetasteten Zonen im Rahmen eines Kennwertes und die zweite Hälfte im Rahmen eines zweiten ausgewertet werden. Hierbei können Signale gespeichert und in gleicher, vorzugsweise in umgekehrter, Reihenfolge wieder angerufen werden,

insbesondere wenn die Abtastung in einem gemeinsamen Durchlauf erfolgt. Es besteht aber auch die Möglichkeit, zur Gewinnung der beiden Signalgruppen $DF(J)$ und $DB(L)$ die Banknote zweimal abzutasten, wobei während jedes Abtastvorganges eine der Signalgruppen erfaßt wird.

Bei einer solchen Unterteilung können durch Abtasten einer vorgegebenen echten Banknote Vergleichssignale $SF(J)$ ($J = 1, \dots, 50$) und $SB(L)$ ($L = 1, \dots, 50$) in einen Speicher übertragen und dort für künftige Auswertungen festgehalten werden, wobei aus den ersten Gruppen der Signale auch ein erster Kennwert Wf und aus den folgenden Gruppen ein zweiter Kennwert Wb entsprechend den folgenden Gleichungen berechnet werden:

$$Wf = \frac{\sum_{J=1}^{50} DF(J) \cdot SF(J)}{\sqrt{\sum_{J=1}^{50} [DF(J)]^2} \cdot \sqrt{\sum_{J=1}^{50} [SF(J)]^2}} \quad (9)$$

$$Wb = \frac{\sum_{L=1}^{50} DB(L) \cdot SB(L)}{\sqrt{\sum_{L=1}^{50} [DB(L)]^2} \cdot \sqrt{\sum_{L=1}^{50} [SB(L)]^2}} \quad (10)$$

Eine praktische Ausführung einer solchen Anordnung, welche der Abtastvorrichtung nach Fig. 5A nachgeordnet werden kann, ist im Blockschaltbild in Fig. 5B beschrieben. Sie ist zum Zwecke universeller Anwendbarkeit für mehrere, im Ausführungsbeispiel, fünf, unterschiedliche Banknoten ausgelegt, nämlich für Banknoten im Werte von 1 \$, 5 \$, 10 \$, 20 \$ und für Banknoten im Werte von 50 \$, wobei für jede dieser Banknoten entsprechend dem oben ausgeführten zwei Kennwerte berechnet werden.

In Fig. 5A wird zunächst die Abtastvorrichtung gezeigt. Lichtstrahlen 51, die von einer Lichtquelle 52 ausgehen, leuchten eine Zone 53 auf einer als Prüfling 54 vorgesehenen Banknote mit einem Druckbild 55 aus. Die Banknote wird in Pfeilrichtung durch Transportbänder 56 mit gleichförmiger Geschwindigkeit vorgeschoben. Ein optoelektronischer Schalter 57 erfaßt während des Vorschubes der zu überprüfenden Banknote 54 deren vordere sowie deren hintere Kante und erzeugt dabei ein Kantensignal T_0 . Das von der beleuchteten Zone 53 der Banknote 54 reflektierte Licht 58 wird mittels eines Photosensors 59 in ein analoges elektrisches Signal umgeformt, das, in einem Verstärker 60 verstärkt, diesen als analoges Abtastsignal $D(t)$ verläßt.

Nach dem Blockschaltbild der Fig. 5B wird dieses Abtastsignal $D(t)$ einem Analog/Digital-Wandler 61 zugeführt, während das Kantensignal T_0 der Steuervorrichtung 62 aufgeschaltet ist. Ein Meßkreis 63, bspw. ein Schmitt-Trigger, überträgt Signale Q_s und Q_e auf die Steuervorrichtung 62. Um die Amplitudensignale $D(J)$ zu erhalten werden dem Analog/Digital-Wandler 61 Tastimpulse T_1 der Steuervorrichtung 62 aufgeschaltet, welche den Auswertungszeitpunkt der jeweiligen der n Abtastphasen bestimmen und die Weiterleitung des Phasen-Wertes bewirken. Ein Datenschalter 64 gibt die Signale $D(J)$ in einen 128-Byte-Zwischenspeicher 65 ein und führt sie einem Wahlkreis 66 zu, wenn das entsprechende Steuersignal T_2 vorliegt. Damit werden während des Zeitintervalles TS_1 der Fig. 4 Abtastsignale $D(J)$ in Abhängigkeit vom Steuersignal T_3 übertragen. Während des Zeitintervalles TS_2 wird das im Zwischenspeicher 65 gespeicherte Abtastsignal $D(J)$ als Signalgruppe $DB(L)$ über den Datenschalter 64 auf den Wahlkreis 66 geführt. Dieser, der vom Analog/Digital-Wandler 61 die Signalgruppe $DF(J)$ zugeführt erhält, leitet diese während dieses Zeitintervalles an den 1-Byte-Pufferspeicher 67 weiter. Der Wahlkreis 66 führt während des Zeitintervalles TS_2 auch die Signalgruppe $DB(L)$ auf den Puffer 67. Der Wahlkreis 66 und der Pufferspeicher 67 werden durch Steuersignale T_4 und T_5 der Steuervorrichtung 62 gesteuert, die weitere Steuersignale T_6 und T_7 einer zweiten Steuervorrichtung 68 sowie einem Schaltkreis 69 zuführt. Der erste Kennwert Wf wird bereits während des Zeitintervalles TS_1 berechnet. Die für echte Banknoten gültigen Abtastergebnisse sind als Vergleichswerte für die fünf zu überprüfenden Banknotenarten in einem ROM-Speicher 70 gespeichert, während die Signalgruppen

$$\sum_{J=1}^{50} \{DSF(J, K)\}^2 \quad \text{und} \quad \sum_{L=1}^{50} \{DSB(L, K)\}^2$$

im Mikrocomputer 80 gespeichert sind. Werden nun über den Puffer 67 die elektrischen Signalgruppen $DF(J)$ ($J = 1, \dots, 50$) dem Wahlkreis 71 zugeführt, so werden in diesen vom ROM-Speicher 70 aus die für die fünf Banknotenarten gespeicherten Vergleichswerte $DVF(J, K)$ ($J = 1, \dots, 50$) ($K = 1, \dots, 5$) über einen 1-Byte-Zwischenspeicher 72 zugegeben. Der Wahlkreis 71 schaltet beim Vorliegen eines Steuersignales T_8 seinen Ausgang auf eine Multipliziervorrichtung 73, die beim Aufschalten des Steuersignals T_9 ($DF(J)$)² sowie $DF(J)$ und $DVF(J, K)$ berechnet. Die hierbei anfallenden Signale werden einer Summierschaltung 74 zugeführt, die zusätzlich den Ausgang eines 3-Byte-Registers 75 addiert. Das sich ergebende Resultat wird auf ein weiteres 3-Byte-Register 76 gegeben, dessen zweitem Eingang ein Löschesignal zuführbar ist, und das auf ein 3-Byte-Register 78 einwirkt, das seinerseits auf einen Pufferspeicher 79 schaltbar ist.

Hat nun die Multipliziervorrichtung 73 aufgrund zugeführter neuer Daten entsprechende Resultate ergeben, so werden diese der Summierschaltung 74 zugeführt, in der sie zu den bisherigen Resultaten addiert werden, die vom 3-Byte-Register 75 zugeführt werden. Die erhaltenen Summen werden dann auf das 3-Byte-Register 76 übertragen. In der Zwischenzeit überträgt der Wahlkreis 77 ein Löschesignal, angedeutet durch einen geordneten Pfeil, auf das 3-Byte-Register 78, den Pufferspeicher 79 sowie das 3-Byte-Register 75, um die bisherigen Daten zu

löschen und Platz für die neuermittelten zu schaffen, die während der folgenden Verrechnung der Werte der nächsten Abtastphase als bisherige Ergebnisse eingeführt werden. Hierbei ermittelt die Summierschaltung 74 im wesentlichen die Summen von

$$5 \quad \sum_{j=1}^{J-1} (DF(j))^2 \text{ und } (DF(J))^2, \quad (11)$$

$$\sum_{j=1}^{J-1} (DF(j) \cdot DSF(j, k) \text{ und } (DF(J) \cdot DSF(J, k)), \quad (12)$$

10 sowie von

$$\sum_{j=1}^{J-1} (DF(j))^2 \text{ und } (DF(J) \cdot DSF(J, K)), \quad (13)$$

15 wobei jeweils das zweite, zu addierende Glied aus den neuen Werten der folgenden Abtastphase gebildet ist. Im Pufferspeicher 79 werden sodann die folgenden Werte gespeichert:

$$20 \quad \sum_{j=1}^J (DF(j))^2 \text{ und } \sum_{j=1}^J (DF(j) \cdot DSF(j, K)), \quad (14)$$

und über den Schaltkreis 69 werden auf den Microcomputer 80 die folgenden Werte übertragen:

$$25 \quad \sum_{j=1}^{50} (DF(j))^2 \text{ und } \sum_{j=1}^{50} (DF(j) \cdot DSF(j, K)) \quad (15)$$

Der Microcomputer 80 berechnet sodann den ersten der Kennwerte W bspw. den für eine Eindollar-Banknote und damit den Wert W_A wie folgt:

$$30 \quad W_{f1} = \frac{\sum_{j=1}^{50} (DF(j) \cdot DSF(j, 1))}{\left| \sum_{j=1}^{50} [DF(j)]^2 \right| \cdot \left| \sum_{j=1}^{50} (DSF(j, 1))^2 \right|} \quad (16)$$

35 Gleichartig werden die Kennwerte für die übrigen Banknoten berechnet, d. h. es werden auch die Kennwerte W_{f2} bis W_{f5} ermittelt.

Analog erfolgt die Berechnung der zweiten Kennwerte W_{b1} bis W_{b5} : Während des Zeitintervalles TS_2 wird die zweite Signalgruppe $DB(L)$ aus dem 128-Byte-Zwischenspeicher 65 abgerufen und über den Datenschalter 64 und den Wahlkreis 66 dem 1-Byte-Pufferspeicher 67 aufgeschaltet. Von hier aus werden die Daten sowohl dem Schaltkreis 69 als auch der Multipliziervorrichtung 73 zugeführt, der weiterhin die entsprechenden Referenzsignale vom ROM-Speicher 70 aufgeschaltet sind. Diese Schaltvorgänge werden jeweils durch Steuersignale T der ersten und zweiten Steuervorrichtung 62 bzw. 68 ausgelöst; Unter Einwirkung von T_9 werden nunmehr in der Multipliziervorrichtung 73 die Produkte $(DB(L))^2$ und $(DB(L) \cdot DSB(L, K))$ ermittelt. Unter Einwirkung von T_{10} bildet die Summierschaltung 74 die Summen aus

$$\sum_{L=1}^{L-1} (DB(L))^2 \text{ und } (DB(1))^2$$

50 sowie

$$\sum_{L=1}^{L-1} (DB(L) \cdot DSB(L, K)) \text{ und } (DB(1) \cdot DSB(1, K))^2,$$

55 so wie dieses bereits für $DF(j)$ beschrieben wurde. Der Microcomputer 80 erhält schließlich über den Schaltkreis 69 die Signale

$$60 \quad \sum_{L=1}^{50} (DB(L))^2 \text{ und } \sum_{L=1}^{50} (DB(L) \cdot DSB(L, K))$$

aufgeschaltet. Er vermag damit die zweiten Kennwerte W_{b1} analog der Ermittlung der Kennwerte W_A nach Gleichung 16 zu bestimmen. Aus dem Kennwerten werden sodann die gemeinsamen Kennwerte entsprechend der Gleichung (17) errechnet, wobei K wiederum für die einzelnen Vorlagen steht und beim Ausführungsbeispiel von 1 bis 5 läuft.

65 Sodann bestimmt der Computer für jeden der Werte W_k ob er größer ist als der zulässige Schwellwert (da vom Kosinus ausgegangen wird, wird die als Schwellwert vorgegebene Winkeldifferenz unterschritten, wenn der Kosinus sich 1 nähert). Hier kann bspw. 0,6 vorgegeben sein, so daß das im Prüfling als ausreichend übereinstimmend bezeichnende Signal für denjenigen der Werte W_k ausgelöscht wird, der den Wert 0,6 über-

30 40 963

schreitet bzw. dem Wert 1 am nächsten liegt. Liegt jeder der Werte von W_i unter dem angenommenen Schwellwert von 0,6, so erfolgt die Entscheidung, daß die geprüfte Banknote falsch ist; im anderen Falle wird festgestellt, für welchen der Kennwerte und damit für welche Banknotenart die Übereinstimmung anzugeben ist.

Im Falle des Ausführungsbeispiels nach Fig. 3 erfolgt die Abtastung des Prüflings mittels von Röntgenstrahlen, und die Erfassung der Fluoreszenz nach ihrer Intensität ließ Rückschlüsse auf die Menge der fluoreszierenden Stoffe zu, während die Wellenlänge der Fluoreszenz Rückschlüsse auf die Art der fluoreszierenden Stoffe zuließ. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 erfolgt die Abtastung mittels sichtbaren Lichtes, und erfaßt wurde das vom Prüfling reflektierte Licht. Es besteht jedoch auch die Möglichkeit Abtastverfahren, so bspw. der Erfassung und Messung magnetisierbarer Stoffe.

Hierzu 6 Blatt Zeichnungen

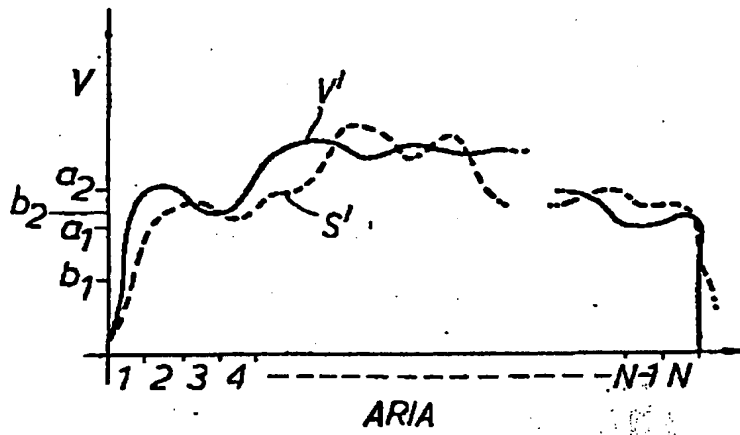


FIG. 2A.

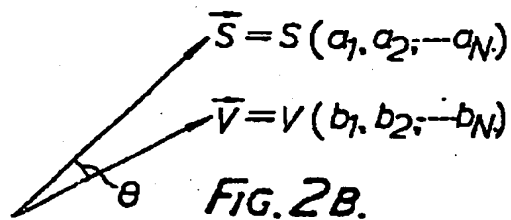


FIG. 2B.

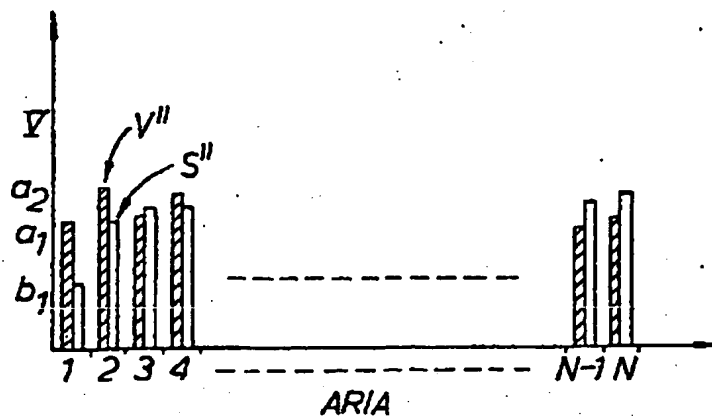


FIG. 2C.

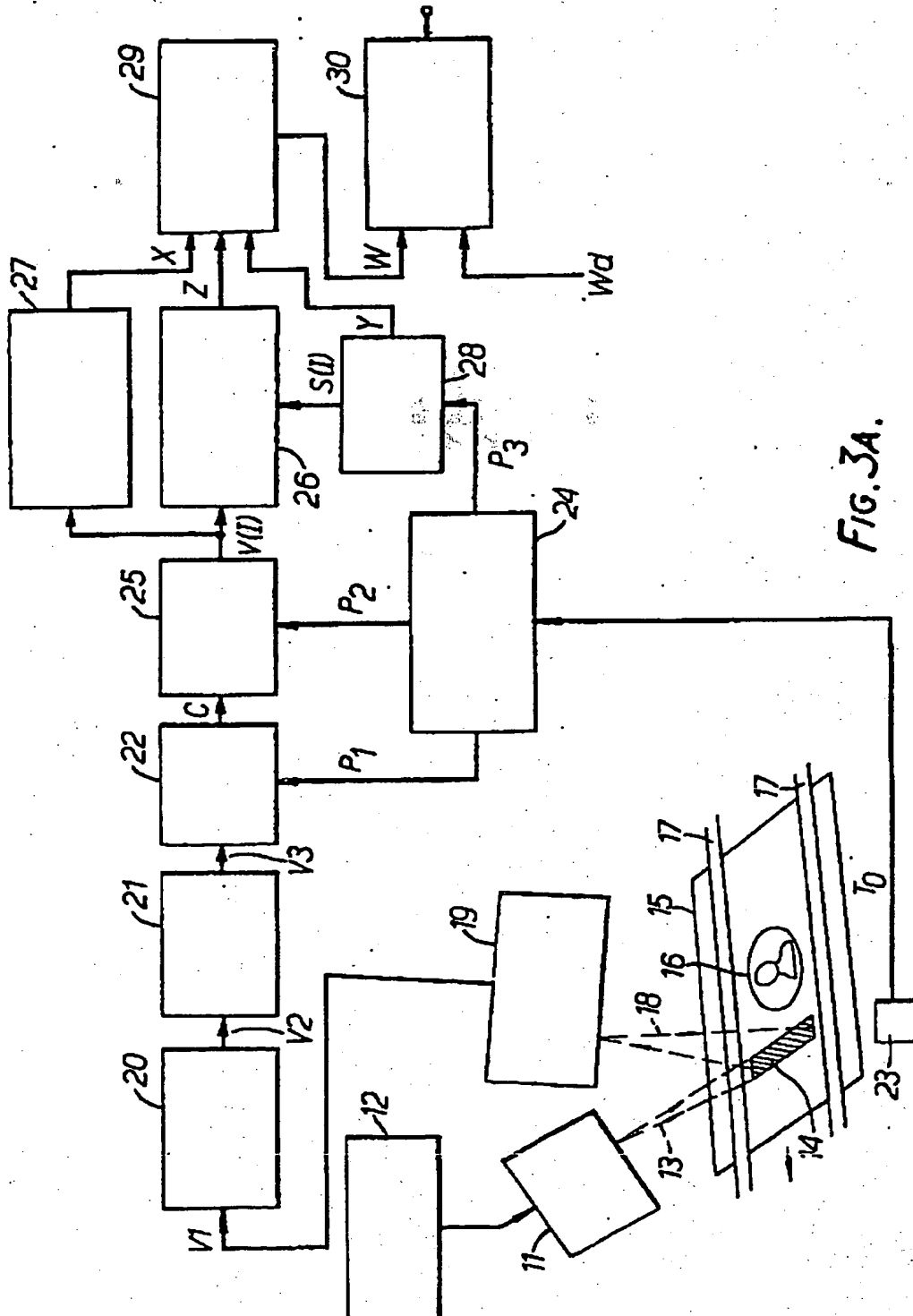


FIG. 3A.

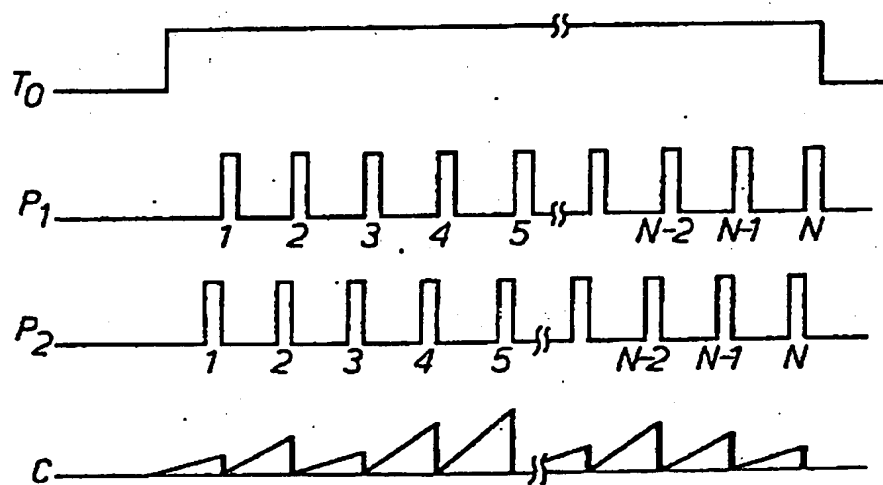


FIG. 3B.

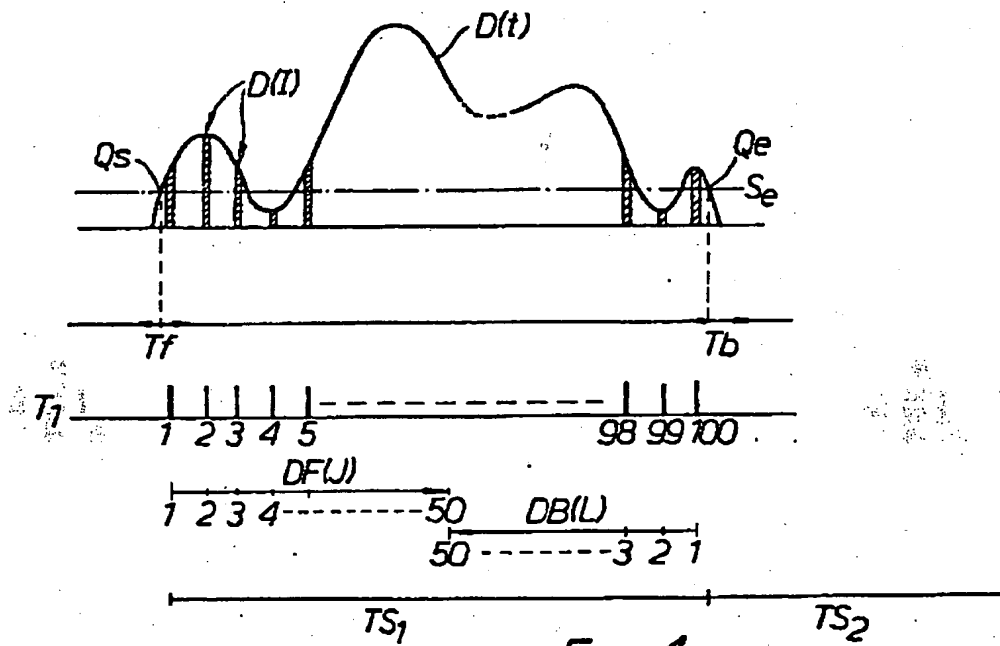


FIG. 4.

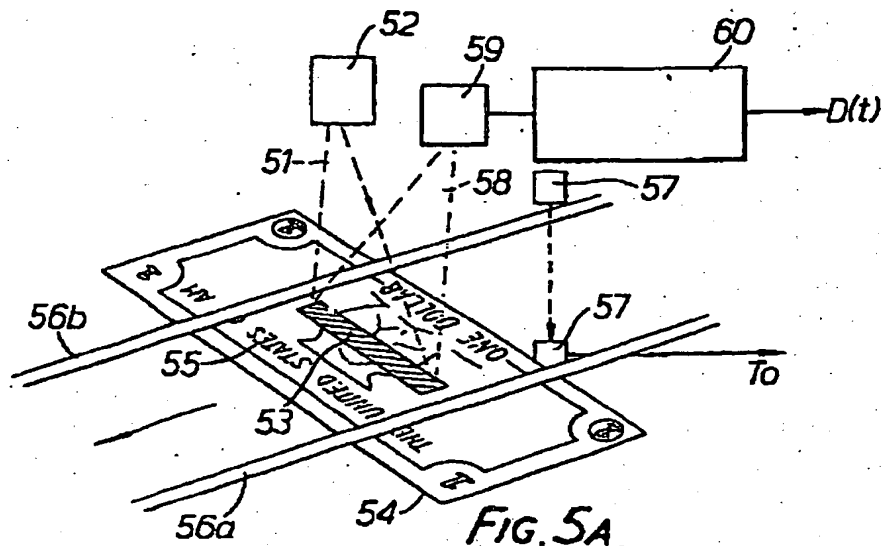


FIG. 5A.

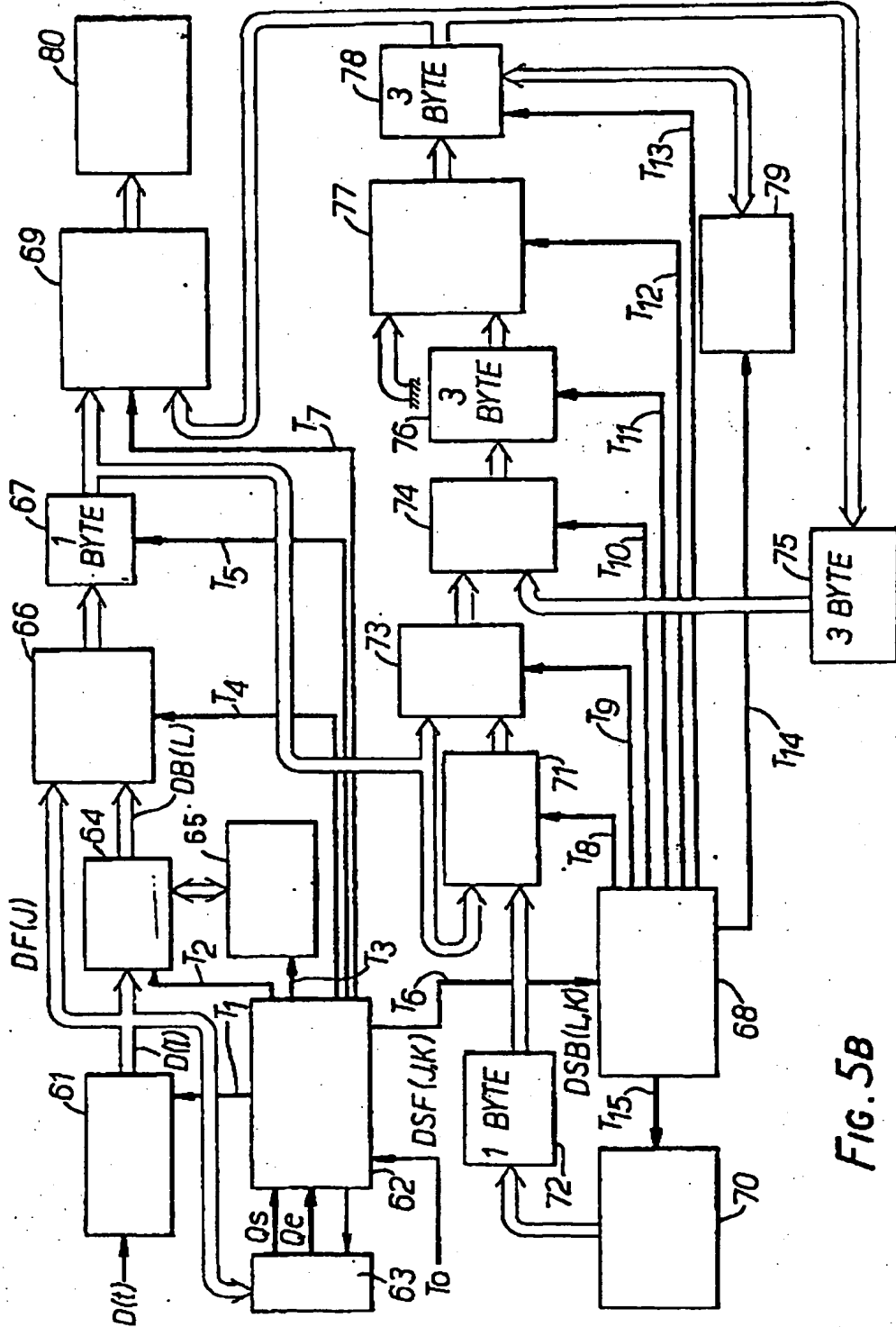


FIG. 5B